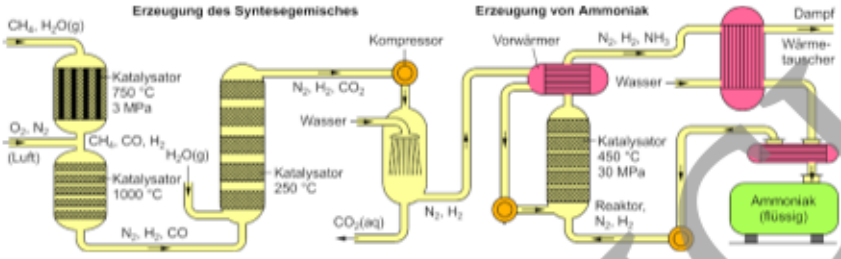
Ammoniaksynthese im Miniaturmaßstab

Klaus-Dieter Krüger



Die Lernenden führen selbständig einen Versuch zur Ammoniaksynthese durch und werten diesen anschießend unter dem Gesichtspunkt der Redoxreaktionen und Gleichgewichtsreaktionen aus.

VORANSICHT

RAABE
KLASSE SCHULE

Durchführung

Zuerst wird die Bördelrandflasche (oder das Becherglas) mit Wasser und ein paar Tropfen Phenolphthalein-Lösung gefüllt. In das Supremax-Rohr kommt etwas Eisenwolle. Jetzt wird die Apparatur wie in Abb. 1 zusammengesetzt.



Abb. 1: Versuchsapparatur



Abb. 2: Spritzenkörper

In den Spritzenkörper (Abb. 2) werden einige Zinkgranalien (mit einigen Kristallen Kupfer(II)-sulfat) gegeben. Dahinein wird der Pipettenkopf gestellt. Dieser wird mit den Einwegspritzen erst mit max. 1,0 mL Natriumnitritlösung (nicht mehr, da sonst verstärkt Stickoxide entstehen!) und dann mit 2,5 mL Ammoniumchloridlösung befüllt. Mit der verbliebenen Einwegspritze werden 5 mL Schwefelsäure auf die Zinkgranalien gegeben. Anschließend wird sofort der Stopfen aufgesetzt und der Spritzenkörper mit der Apparatur verbunden.

Nach ca. 15 bis 20 Sekunden kann die Eisenwolle mit dem Mikrobrenner an einer Stelle bis zum Glühen erhitzt werden. Nach ca. 1 Minute beginnt sich die Indikatorlösung deutlich violett zu färben. Der Brenner kann jetzt entfernt werden. Die Eisenwolle erkaltet im Gasstrom. Das Gaseinleitungsrohr wird aus der Indikatorlösung genommen und das Gas mit Chlorwasserstoff (Pipette mit konzentrierter Salzsäure) getestet.

VORANSICHT

4 Die Zugabe von Kupfersulfat beschleunigt die Bildung von Wasserstoff. Es bilden sich Lokalelemente, in denen durch Redoxreaktion gebildetes Kupfer als Ableitelektrode wirkt (Spannungsreihe). Die entstehende Reaktionswärme erhöht die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Reaktion von Ammoniumchlorid und Natriumnitrit trotz exothermer Reaktion.

5 Die Bildungsenthalpie von Ammoniak beträgt $\Delta_R H = -92$ kJ/mol.

$\Delta_R H = (2 \cdot -46 \text{ kJ/mol}) - (0 \text{ kJ/mol}) = -92 \text{ kJ/mol}$ (Die Bildungsenthalpie für Elemente wird gleich Null gesetzt.)
Die Reaktion ist also exotherm. Die trotzdem zugeführte Wärme dient dazu den Katalysator auf Betriebstemperatur zu bringen.

6 Theoretisch günstig wären:
- hoher Druck, da die Bildung der Produkte unter Volumenabnahme erfolgt.
- niedrige Temperatur, da die Bildung exotherm erfolgt.
- höhere Konzentration eines Edukts bzw. ständige Verringerung der Konzentration des Ammoniaks, da dadurch das Gleichgewicht in Richtung Ammoniak verschoben wird.

7 Die Ausführung der historischen Hintergründe würde hier zu weit führen und liegt im Ermessen des Fachlehrers.

Hinweise/Bemerkungen

Ammoniumchlorid und Natriumnitrit reagieren eigentlich im Stoffmengenverhältnis 1 : 1 miteinander. Die Löslichkeiten sind für Ammoniumchlorid 37 g (0,7 mol) in 100 mL Wasser und für Natriumnitrit 82 g (1,19 mol) in 100 mL Wasser. Daraus ergibt sich ein Volumenverhältnis von 1 : 1,7.
Durch Nebenreaktionen entsteht infolge der Disproportionierung von Nitrit-Ionen etwas Stickstoffmonooxid.

$$3\,NO_2^- + 2\,H_3O^+ \longrightarrow NO_3^- + 2\,NO + 3\,H_2O$$

Dieses würde die Bildung einer basischen Ammoniak-Lösung behindern. Daher ist es günstiger Natriumnitrit im Unterschuss einzusetzen.

VORANSICHT

Natriumnitrit-lösung		Gefahr	272, 301, 319, 400	273, 301+310, 305+351+ 338	–	–
Eisenwolle	–	–	–	–	–	–
Phenolph-thaleinlösung ($w < 1\%$)		Gefahr	225, 319, 341, 350	210, 280, 305+351+ 338, 308+313	–	–

Erklärung der Gefahren- und Sicherheitshinweise (nach GHS):

H-Sätze	225: Flüssigkeiten und Dampf leicht entzündbar. 228: Entzündbarer Feststoff. 272: Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel. 290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. 301: Giftig bei Verschlucken. 302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. 314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. 315: Verursacht Hautreizungen. 318: Verursacht schwere Augenschäden. 319: Verursacht schwere Augenreizung. 325: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. 335: Kann die Atemwege reizen. 341: Kann vermutlich genetische Defekte verursachen. 350: Kann Krebs erzeugen. 400: Sehr giftig für Wasserorganismen. 410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

VORANSICHT